

Rezumat al tezei de doctorat cu titlul:

“MONITORIZAREA GEOECOLOGICĂ A PERIMETRELOR MINIERE RESTRUCTURATE”

Introducere

Geoecologia este o știință care face parte din grupa științelor despre pământ (geo-științelor), noțiunea derivând din asamblarea a trei cuvinte grecești: ge-pământ, ecos-casă și logos-studiu. Având în vedere caracterul obiectului său de studiu, transformarea natural-tehnică a peisajului, apariția și dezvoltarea geoecologiei este strâns legată de Ecologie și Geografie. Apropierea dintre geografie și ecologie a ajuns la zone de intersecție foarte largi, respectiv în zona definirii conceptelor de „Ecosistem” și „Geosistem”. Diferența dintre cele două concepte este reprezentată de faptul că Geosistemul [introdus de V.B. Sochava în 1963], ca obiect al geografiei fizice, are caracter spațial, pe când Ecosistemul are caracter funcțional; ecosistemul are un număr mic de legături structurale și relaționale între componente și plasează factorul uman cel mult ca un factor secundar, cu influență asupra stării calitative și cantitative a populației, în timp ce geosistemul are mult mai multe legături în interiorul său, omul nu este parte componentă ci doar un factor ce influențează din exterior evoluția acestuia. Așadar, spre deosebire de ecosistem, geosistemul, include și condițiile de macroclimat, mezoclimat și microclimat (geoecologice) ce depind de poziția geografică unde sunt situate sau se dezvoltă organismele vii (condițiile de viață). În înțelesul său geografic, mediul reprezintă o expresie, o materializare a calității geosistemului ca o dimensiune a încărcării acestuia cu resurse de viață, iar geoecologia reprezintă „știința tuturor interconexiunilor complexe dintre comunitățile de viețuitoare și factorii mediului lor ambiant”.[C. Troll, 1938] Practic, geoecologia reprezintă o abordare geografică a studiilor de ecologie la diferite scări spațiale.

Mineritul, prin obiectul său de activitate, respectiv exploatarea resurselor minerale ale pământului, își pune amprenta atât pe latura geografică (spațială), prin descoperire și modelarea peisajului, cât și pe latura ecologică, prin perturbarea unor echilibre naturale, producerea unei cantități mari de deșeuri miniere, generarea unei palete largi de poluanți, afectarea mediului natural prin despăduriri, închiderea văilor cu baraje de retenție ori mutarea cursurilor de apă. Astfel, deși activităților extractive le sunt asociate, de regulă, percepții ecologice doar la nivel local, acestea sunt cele mai vizibile și mediatizate. Procedând astfel, în timp, activitatea minieră a intrat într-un declin profund datorită atribuirii unor efecte modificatoare exagerate privind peisajistica, morfologia (relieful), apa, aerul, solul, flora și/sau fauna, în condițiile în care peisajul geografic nu a fost observat, măsurat, evaluat și relaționat în mod integrat cu ecologia.

Capitolul 1 - Definiții și concepte generale

Factorii geoecologici sunt foarte variați și pot fi utili sau nu mediului înconjurător ori oamenilor. Astfel, monitorizarea acestora are rolul de a detecta fluxurile și tendințele la nivelul extinderii, compoziției, structurii și modului de funcționare a unui sistem, fiind diferită de simpla inventarie, care este o activitate punctuală de măsurare în timp, necesară pentru a cuantifica prezența, abundența sau distribuția, dar care nu are în vedere comparația cu un standard predefinit. Cu alte cuvinte, monitoringul este o activitate științifică menită să descifreze comportamentul și funcționarea sistemelor, care ne ajută să anticipăm momentul schimbărilor, să identificăm sau să diagnosticăm problemele și sursa lor. Monitorizarea fluxurilor și tendințelor caută să cuantifice și să sugereze strategiile de urmat pe termen lung. Monitoringul geoecologic al perimetrelor miniere restructurate se definește ca urmărirea aspectelor natural-tehnice de ansamblu, directe, cumulative și sinergice, aferente unităților sistemice în care s-au dezvoltat activități miniere, printr-o abordare științifică, sistematică și holistică. Caracterul interdisciplinar al geoecologiei face ca aceasta să utilizeze metode de cercetare specifice

diverselor științe ce o compun, astfel încât proiectarea modelului geocologic să asigure dezvoltarea durabilă și să preia cele mai bune practici disponibile. Cele mai bune practici (BAT) au fost stabilite prin compilarea informațiilor din numeroase surse, în special din publicațiile de profil australiene care reprezintă o sursă valoroasă de informații privind managementul de mediu. BAT nu conțin referințe suficiente pentru monitorizarea geocologică acoperind doar parțial problematica (strict la urmărirea zonei minei). Totuși, principiile încorporate de cele mai bune practici și principiile fundamentale pentru sectorul minier (cu originea în Ghidurile de la Berlin) sunt influențate de îmbinarea reglementărilor de control administrativ și management minier putând fi îmbunătățite.

Capitolul 2 - Fond teoretic. Baza de documentare

Pentru perimetrele miniere restructurate geocologia se documentează din discipline specifice ce țin de minerit, geologie, informatică, teledetecție sau topografie, pe care le îmbină cu discipline complementare de bază cum ar fi geografia, ecologia, hidrografia ș.a. Cercetările de natură geocologică din țara noastră se reflectă într-un număr relativ redus al studiilor, dar cu valoare științifică. Putem spune că în țara noastră au preocupări în diferitele domenii ale cunoașterii ce formează conceptul de geocologie. Geografii și geologii s-au numărat printre primii oameni de știință care au efectuat observații și cercetări, contribuții importante fiind aduse de I. Băncilă, „Geologia Carpaților orientali” [1958], V. Ianovici și colab., cu lucrările „Evoluția geologică a Munților Metaliferi” [1969] și Geologia munților Apuseni [1976], Gr. Posea [1976], M. Buza [1979; 2000], P. Tudoran [1983] P. Cocean [1988; 2000] fiind de asemenea printre primii care au efectuat cercetări geocologice. Cercetări geocologice au vizat și alte regiuni, P. Tudoran, „Tara Zarandului. Studiu geocologic” [1983], M. Oncu [2002] „Studiu geocologic al culoarului Mureșului”, în timp ce N. Baci [2006] a publicat „Câmpia Transilvaniei. Studiu geocologic.” O primă lucrare cu referire la geocologia perimetrelor miniere din țara noastră a fost realizată de către Duma S., „Studiul geocologic al exploatărilor miniere din zona sudică a Munților Apuseni, Munților Poiana Ruscă și Munților Sebeșului”.

Capitolul 3 - Evaluarea riscului de mediu

Riscul apariției poluării semnificative într-un perimetru (eveniment) poate conduce la necesitatea întocmirii unei evaluări, pentru a determina probabilitatea apariției unor pagube; nu toate perimetrele afectate de către un factor cauzal/poluant vor prezenta riscuri/pericole identice și nici nu vor necesita aceleași măsuri de intervenție. Având în vedere că noțiunea de ”risc de impact de mediu” nu se folosește în literatura de specialitate, în mod curent, pe plan mondial, iar cea de ”evaluarea riscului de mediu” nu este definită în documentele naționale de reglementare, noțiunile păstrează doar un caracter generic și pot fi utilizate în funcție de context, pentru fiecare tip de evaluare în parte, după caz.

”Evaluarea riscului” se realizează în baza Regulamentului (CE) nr. 1488/94 al Comisiei din 28 iunie 1994 de ”stabilire a principiilor de evaluare a riscurilor pentru populație și mediu prezentate de anumite substanțe existente”, conform Regulamentului (CEE) nr. 793/93 al Consiliului. Metodologia generală de evaluarea riscului este reglementată de ordinul ministrului APPM nr. 184/1997,” privind procedura de realizare a bilanțurilor de mediu”. Procesul de evaluare implică identificarea riscurilor și, după caz, caracterizarea acestora, evaluarea relației doză (concentrație) - efect (răspuns) și nivelului de expunere. După încheierea evaluării riscurilor, evaluatorul revizuieste diferitele rezultate și elaborează rezultate integrate privind toxicitatea de ansamblu a respectivei substanțe. Această evaluare implică, însă, o apreciere atât calitativă (sursă, cale, țintă/receptor ș.a.) cât și cantitativă (probabilitate, gravitate ș.a.). Analiza calitativă necesită stabilirea în prealabil a unui set de criterii de apreciere ce va fi aplicat fiecărui factor cauzal/agent poluant în parte, în mod sistematic, pentru a evidenția relațiile de cauzalitate dintre aceștia și componentele ambientale țintă/receptori. Literatura de specialitate recomandă ca, înainte de trecerea la analiza cantitativă (cuantificarea

riscurilor), analiza Sursă-Cale-Receptor (SCR), întocmită în etapa de analiză calitativă, să fie evidențiată și printr-o diagramă arborescentă, pentru a vizualiza acțiunea, pericolul și efectele. Poate fi considerată și o altă scală a riscurilor: scăzut, mediu, ridicat, foarte ridicat. Ulterior, se poate proiecta o matrice de risc în care intersecțiile dintre linii și coloane sunt casuțe ce conțin valorile calculate ale impactului. Cuantificarea Riscului generat de expunerea la un pericol se poate face utilizând formule matematice, introducând într-o matrice diferite punctaje (note) de clasificare, acordate de evaluator, pentru importanța factorului cauzal dat de probabilitatea apariției acestuia și gravitatea expunerii la acel pericol. Matricea riscurilor este un instrument de reprezentare, comparare și ierarhizare a scenariilor, recomandat de Comisia Europeană pentru modelarea și evaluarea riscurilor în Statele Membre. O caracteristică a modelării este lipsa unui model universal (cu aplicabilitate generală), fiind un proces format dintr-o succesiune de etape procedurale apreciate ca necesare pentru a converti un scenariu într-un model conceptual și mai apoi într-o reprezentare grafică și/sau valorică, putând avea mai multe forme de abordare. Unele formule matematice pot fi construite de evaluator (în special în modelele statistice), dar în majoritatea cazurilor se pot alege din literatura de specialitate, existând suficiente ecuații ce descriu cu acuratețe efectele generate de o gamă largă de stresori. Când nu dispunem de date suficiente (indicatori) se pot face asimilări extrapolând (înlocuind un punct de măsură/test cu un punct de evaluare) sau formulând ipoteze de lucru (calculate prin aplicarea unor proceduri standard). Pentru culegerea datelor respectiv a setului/seturilor de indicatori de la care se va porni construcția logică, trebuie utilizate cât mai multe instrumente operaționale adecvate, care să poată oferi rezultate valorificabile.

Capitolul 4 - Impactul de mediu

Identificarea impactului reprezintă un ansamblu de operații de prospectare a interacțiunilor și evidențiere a efectelor, sigure și posibile, rezultate în urma unor acțiuni antropice asupra factorilor de mediu (componentelor ambientale) dintr-un perimetru geografic. Scopul principal îl reprezintă cercetarea situației factorilor de mediu înainte și după realizarea acțiunilor antropice. În acest sens, procesul de evaluare pornește de la evidențierea (sublinierea) impacturilor semnificative ale acțiunilor antropice asupra componentelor ambientale. Pentru aceasta se pot examina rezultatele situațiilor similare și/sau cerceta impactul preconizat pe baza unor instrumente descriptive adecvate. Evidențierea (predicția) impacturilor se realizează față de o stare de referință. De regulă, cercetarea se bazează pe instrumente descriptive structurate sub forma de liste de verificare (control), în care sunt cuprinse informații existente privind acțiunile antropice și efectele de mediu apreciate a fi plauzibile și probabile. Listele pot fi integrate sub formă matriceală, iar prin definirea legăturilor dintre acțiuni și efecte se obține o matrice de analiză; conține impacturile posibile exprimate prin aprecieri calitative, transpuse prin semne convenționale („x”, „o”, „+”, „0”, „-”...), respectiv aprecieri cantitative, transpuse prin valori numerice („0”, „1”, „2”...). Literatura de specialitate prezintă o gamă largă de modele de matrice de impact, care sunt perfecționate continuu în funcție de necesitățile practice. Dintre acestea se remarcă modelul matricelor simple și modelul matricelor complexe. O matrice simplă de interacțiune prezintă acțiunile antropice pe axa verticală și componentele ambientale pe axa orizontală. Matricea complexă de interacțiune reprezintă un model format dintr-un ansamblu de matrice simple aranjate coaxial, ce conține mai multe secvențe de descompunere a acțiunilor antropice ori a relațiilor de cauzalitate. Un alt model uzual este modelul rețelelor, similar cu modelul matricelor simple. Acesta este mai flexibil deoarece nodurile aranjează elementele unui proces secvențial. Rețelele utilizate în analizele de impact sunt reprezentate prin diagrame de flux ori lanțuri relaționale multiple, care evidențiază interdependența dintre acțiunile antropice și componentele ambientale impactate inclusiv efectele cumulative și sinergice. O variantă îmbunătățită o reprezintă matricea marilor baraje (Sørensen, 1971) care reprezintă un tabel „inversat” cu intrare dublă, asemănător cu matricea simplă, folosit în conjuncție cu metoda rețelelor (utilizează atât matrice cât și rețele). Astfel de matrice permit evidențierea acțiunilor caracteristice diverselor tipuri de suprafețe geografice

identificând impacturile primare asupra componentelor de mediu, în timp ce prin grafuri rețelele permit conjucția cu impacturile secundare, evidențiind relațiile dintre acestea și acțiunile elementare inclusiv măsurile necesare pentru intervenție.

Capitolul 5 - Măsurarea emisiilor poluante

Principiul general, recomandat în prioritizarea aspectelor semnificative dintre multitudinea de probleme de mediu posibile, este impact maxim - prioritate maximă. Selectarea și ordonarea acestora este influențată de o serie de factori și criterii de analiză și selecție. În general, prioritizarea se face etapizat începând cu soluțiile ieftine și simple și mai apoi cele care necesită detalii tehnico-economice complexe și costisitoare. Un sistem de monitorizare înglobează ansamblul de instrumente și activități referitoare la informații deja existente, măsurarea, colectarea datelor, prelucrarea (interpretarea) informațiilor și diseminarea rezultatelor. În mod curent, delimitarea zonelor de impact se face în funcție de concentrația de poluant, măsurată sau estimată. Limita zonei afectate e zona de concentrație mai mică sau egală cu concentrația limită admisă. Poluanții ce vor fi monitorizați se stabilesc, de regulă, prin măsurarea in-situ a parametrilor individuali (concentrații, densități ș.a.), prin măsurarea unor parametri globali precum aciditatea, turbiditatea sau conductivitatea și compararea cu date de referință. Aceste decizii se iau pornind de la accesibilitatea științifică și financiară a măsurărilor unui poluant, dar și de la importanța (magnitudinea) impactului generat, costurile procesului de măsurare putând fi un criteriu important de decizie.

Capitolul 6 - Parametri și indicatori în procesul de monitoring

Analiza integrată a perimetrelor miniere cu activitate restructurată împreună cu peisajul geografic are ca bază proceduri de analiză din domeniul geografic, regăsite în literatura de specialitate, corelate cu proceduri de ecologie și minerit; toate elementele trebuie selectate pentru relevanța lor, în urma cercetării desfășurate. Odată cu dezvoltarea tehnicilor GIS și a teledetecției a putut fi extinsă cu rapiditate cercetarea peisajului prin considerarea unor elemente specifice mediului geografic cum ar fi scara și eterogenitatea, asociată unui model conceptual specific analizelor geografice denumit Patch - Corridor - Matrix (PCM), care poate să conceptualizeze perimetrele miniere sub forma unor mozaicuri compuse dintr-un număr de elemente fundamentale denumite Parcele (Patch), discrete ori continue. Având în vedere că perimetrele miniere sunt eterogene datorită construcțiilor miniere speciale (iazuri, halde, cariere, depozite ș.a.) acest concept este asimilat pentru utilizare în monitorizarea geoecologică în vederea aplicării în modelul conceptual și metodologia aferentă. Pentru claritate în metodologia de evaluare a factorilor geoecologici din domeniul minier se pot utiliza indicatorul global de stabilitate, indicatorul de naturalitate, presiune umană, transformare environmentală, capacitatea de suport a teritoriului, artificializarea peisajului ș.a. Indicatorii de ecologici (mediu) măsoară diferite proprietăți fizico-chimice și/sau biologice evidențiind într-o manieră sistemică relația dintre ecosistemele naturale și acțiunea antropică. Indicatorii de mediu sunt foarte diversificați chiar și în situația în care monitorizează același proces, fiind mărimi utilizate frecvent pentru evaluarea complexă a mediului. Prin prelucrarea indicatorilor de mediu se obțin indicii de mediu, care se raportează la diferite scări valorice. De aceea trebuie să se țină cont de elementele favorabile și defavorabile ale principalilor factori geoecologici cum ar fi relieful, aerul, apa, biota, solurile și componenta antropică care generează aptitudini/inaptitudini în peisaj, considerați în procesul de monitoring al ecologiei peisajului. Ecologia peisajului are ca scop studiul relațiilor de cauzalitate dintre biotă (comunitățile vie) și mediu, structurate peisagistic sub forma unui mozaic.[Troll, 1971, citat de Wu, 2006] Turner (1990, 2001, 2005), îmbunătățește definiția dată de Troll arătând faptul că, în definirea ecologiei peisajului analiza trebuie să se concentreze pe „înțelegerea interacțiunilor reciproce dintre eterogenitatea spațială și procesele ecologice”. Astfel, Turner schimbă termenul „mediu”, considerat vag, cu termenul „eterogenitate spațială”, relevând practic importanța realizării unei cuantificări a repartiției neuniforme a trăsăturilor existente într-un areal peisagistic. Termenul de eterogenitate se

asociază unui model conceptual denumit Patch-Corridor-Matrix model (PCM), care conceptualizează arealele sub forma unor mozaicuri compuse dintr-un număr de elemente fundamentale denumite Parcele (Patch), discrete ori continue [Forman, 1995, citat de Lindenmayer, 2005]. Matricea este cel mai extins tip de peisaj, dominant, și, prin urmare, joacă rolul cel mai important în funcționarea sistemului, Parcela/patch este un element de peisaj reprezentat de un areal omogen (structural și functional), neliniar, care diferă într-un mod abrupt de peisajul înconjurător (aflorimente, grohotișuri, doborâturi de vânt, exploatații, halde, iazuri, cariere ș.a.) în timp ce Coridorul este un element de peisaj liniar care poate fi definit pe baza structurii sau funcției pe care o îndeplinește. Indicatorii trebuie să surprindă întregul lanț causal, drept pentru care, în practică, se grupează mai mulți indicatori pentru a realiza o „fotografie” relevantă a impactului unei acțiuni antropice.

Capitolul 7 - Tehnici de investigare

Problematika monitoringului ecologic este universală și include atât componenta biologică cât și geofizică, pornind de la propunerea de împărțire făcută de profesorul și academicianul I.P. Gherasimov, pe cele trei trepte (1) monitoring bioecologic (sanitar-igienic, toxicologic), care include urmărirea influenței mediului înconjurător asupra stării de sănătate a omului, (2) monitoringul geoecologic (geosistemic și natural-economic), care include urmărirea modificării sistemelor naturale și transformării acestora din cauze natural-tehnice și (3) monitoringul biosferei, include urmărirea evoluției parametrilor biosferei la scară globală. În același timp geoecologia reprezintă o abordare geografică a studiilor de ecologie, la diferite scări spațiale. De regulă, geosistemul ia în considerare complexul geografic și dinamica acestuia, ocupând suprafețe de la câteva zeci de km² până la sute de km², geofaciesul va reflecta trăsăturile ansamblului local și va corespunde unei zone omogene, caracterizată printr-o fizionomie proprie, a cărui extindere spațială va fi mai redusă (unu la zeci de km²), în vreme ce geotopul va reprezenta cel mai mic nivel de analiză (sub un km²). Analiza geosistemică în abordarea problemelor ecologice necesită cunoașterea prealabilă a structurii sistemului, identificând câteva tipuri de informații care ar trebui categoric monitorizate din punct de vedere ecologic: emisii în aer, niveluri de zgomot, descărcări în ape, extracția apelor subterane, calitatea apei potabile, producerea sau prelucrarea deșeurilor, volumul de apă uzată generat, contaminarea solului, consumurile de energie și materii prime, transportul substanțelor periculoase, accidente/incidente cu eliberare semnificativă de poluanți, contaminare cu substanțe radioactive, emisii de radiații, utilizarea terenurilor, utilizarea fertilizatorilor, pesticidelor sau mълului rezultat din epurarea apelor uzate precum și construcția șoselelor. Diferitele tehnici de investigare trebuie să fie adecvate acestor condiționalități spațiale fiind geochimică, calitatea apei, solului, sedimentologice, mineralogice, petrografice, oxigen dizolvat, turbiditate, aciditate, morfometrie, topografie, după caz.

Capitolul 8 - Conceperea unui set de indicatori specifici

Există un mare număr de indicatori utilizați în analizele ecologice. În mod tradițional, abordarea problemelor ecologice necesită identificarea câtorva tipuri de informații care ar trebui monitorizate din punct de vedere ecologic: emisii în aer, niveluri de zgomot, descărcări în ape, extracția apelor subterane, calitatea apei potabile, producerea sau prelucrarea deșeurilor, volumul de apă uzată generat, contaminarea solului, consumurile de energie și materii prime, transportul substanțelor periculoase, accidente/incidente cu eliberare semnificativă de poluanți, contaminare cu substanțe radioactive, emisii de radiații, utilizarea terenurilor, utilizarea fertilizatorilor, pesticidelor sau mълului rezultat din epurarea apelor uzate precum și construcția șoselelor. În același timp geoecologia reprezintă o abordare geografică a studiilor de ecologie, la diferite scări spațiale în care școala românească, reprezentată pune bazele delimitării (regionării) geografice în unități fizico-geografice ce se referă integrator și geoecologic la „fizionomia”, „structura” și „dinamica” unității geosistemice. Monitoringul geoecologic include urmărirea modificării sistemelor naturale și transformării acestora din cauze natural-tehnice.

Setul de indicatori de bază este format din indicatori peisagistici (naturalitate, presiune umană, transformare environmentală, hemerobie), geomorfologici, geofizici, geochimici, hidrici (hidrologici, hidrogeologici), geografici elementari (ecologici, ocuparea și utilizarea terenurilor, percepția, istorici și culturali, economici), geo-minieri (topografie, granulometrie, stabilitate, geometrie, energie de relief, geologia, importanța resursei), climatici și atmosferici, după caz.

Capitolul 9 - Studiu de caz

Pentru testarea indicatorilor selectați s-a ales ca studiu de caz Cariera Călimani, jud. Suceava, cu referire la situația înregistrată înainte de începerea oricăror activități de închidere și ecologizare (1993-2009). Studiul de caz tratează aspecte geoecologice, ecologia diferitelor sisteme geografice (regiune, geosistem, geofacies, geotop), identificate în prealabil pe baza informațiilor obținute in-situ și din diferite surse specifice Parcului Național Călimani. Se apreciază fizionomia, structura și dinamica unităților geografice, în cazul de față Regiunea Munții Călimani, diferitele geosisteme, matrice ale peisajului eterogen Parcul Național Călimani, și subsisteme omogene din perimetrul minier. Cu o suprafață de cca. 300 ha perimetrul minier se încadrează în categoria geofaciesurilor care conține geotopuri (pete) sub forma haldelor, carierei, incintelor ș.a. Pe lângă aceasta se regăsesc geotopuri datorate doborâturilor de vânt, defrișărilor, alunecărilor de teren, incendiilor de vegetație, involuției vegetației, turismului ori celorlate activități antropice cum ar fi pășunatul. Astfel, pentru diferitele parcele identificate ca zone omogene, respectiv lucrări miniere speciale (halde de steril, carieră, incinte), analiza acoperă geometria, fundarea, stabilitatea precum și artificializarea, hemerobia și naturalitatea, accesul, incintele, drumurile. Prin coroborarea informațiilor cu caracter peisagistic cu cele specifice activităților miniere, considerate cu potențial de pericol, s-a putut evidenția comportarea întregii game de sisteme, în perioada de la sistarea activității și până la începerea unor noi activități. De asemenea s-au evidențiat influențele antropice generate de alte acțiuni naturale tehnice cum ar fi fenomenele climatice, defrișările, pășunatul ș.a. Analiza diferitelor pete (patch) au evidențiat că după înlăturarea vegetației lemnoase (inabilitate forestieră), datorită acumulărilor seculare de humus (abilitate pedologică), pajiștile au avut un randament ridicat (abilitate vegetală). Din cauza pășunatului (inabilitate antropică) și sub influența climatului (inabilitate naturală), în timp, acestea s-au degradat, lăsând locul unor terenuri neproductive, lipsite de vegetație (inabilitate vegetală) din care au luat naștere grohotișurile active (inabilitate litologică), câmpurile de pietre (inabilitate fizionomică) etc. Ca urmare, acestea nu au mai prezentat nici un interes economic și au fost abandonate (inabilitate socială și culturală). Coridoarele de transport a materiei sunt hidrice, aeriene și geo-mecanice. Depunerile de material fin datorate gravitației (inabilitate topografică), apei (inabilitate hidrică), vântului (inabilitate eoliană), fenomenelor de îngheț-dezghet (inabilitate climatică), au permis declanșarea succesiunilor secundare ale vegetației cu înlocuirea vegetației naturale specifice (inabilitate peisagistică și identitară). În urma analizei realizate a rezultat că indicele general de hemerobie pentru întreaga suprafață a parcului național, corespundea unui grad de antropizare „moderat alterat-seminatural”, în timp ce construcțiile miniere din geosistem se încadrează ca „stabile”. Indicatorii hidrici confirmă faptul că, din punct de vedere geoecologic, rețeaua hidrografică este tributară fondului natural ușor acid, există perturbări datorate regimului de precipitații, dar are potențial de revenire mare datorat oxigenării și extinderii spațiale. S-au întocmit matricele geoecologice pentru carieră și Parcul Național Călimani în baza setului de indicatori selectați și apreciați. Scorul geoecologic general al PN Călimani, incluzând cariera, obținut în baza metodologiei proiectate, indică o stare semi-naturală care confirmă hemerobia matricei de bază a geosistemului (forestieră) moderat alterată semi-naturală. Verificarea rezultatelor s-a realizat prin comparare cu date prezentate în alte studii și hărți digitizate ale regiunii M-ții Călimani.

Capitolul 10 - Monitorizarea și evaluarea impactului de mediu. Metode/modele conceptuale de monitorizare

Conform OUG nr. 195/2005 privind „protecția mediului”, „monitorizarea mediului” se definește ca ”supravegherea, prognozarea, avertizarea și intervenția în vederea evaluării sistematice a dinamicii caracteristicilor calitative ale elementelor de mediu, în scopul cunoașterii stării de calitate și a semnificației ecologice a acestora, a evoluției și implicațiilor sociale ale schimbărilor produse, urmate de măsurile care se impun”. Cu alte cuvinte, monitorizare înseamnă supravegherea la intervale regulate și perioade specificate de timp, cu un scop bine definit, a stării unei cantități, unui atribut sau unei sarcini dintr-o zonă bine delimitată spațial, prin evaluări și/sau măsurători repetate, pentru a stabili implicațiile efectelor generate stresori și măsurile care se impun pentru reechilibrare. Pentru a înțelege sistemele naturale este nevoie de proiectarea unor machete denumite „modele”, pornind de la informațiile preexistente (problemele). Modelul „conceptual” se bazează pe sinteza cunoștințelor și informațiilor existente, a observațiilor realizate in-situ precum și experienței și raționamentelor profesionale în timp ce modelul „diagramatic”, care se bazează pe o schemă explicită a interconexiunilor dintre componentele structurale, atributele și procesele specifice sistemului evaluat. Evaluarea Impactului asupra Mediului (EIM) se utilizează în țara noastră începând cu anul 1996 când Legea „protecției mediului” nr. 137/1995 a introdus „Acordul de mediu” ca document de reglementare. Acordul de mediu este un act administrativ emis de autoritatea competentă, prin care se stabilesc condițiile și, după caz, măsurile care trebuie respectate la realizarea unui proiect. EIM este un instrument utilizat în planificarea strategiilor și proiectelor de dezvoltare, iar utilizarea sa a fost adoptată și de organisme financiare internaționale (BM, BERD ș.a.). În orice EIM, însă, evaluările pot fi subiective parțial sau total datorită mai multor factori, cum ar fi: lipsa sau insuficiența datelor de referință, intervalul de timp prevăzut pentru achiziția și analiza informațiilor, termenii de referință considerați pentru EIM și/sau capacitatea evaluatorilor de a acoperi o gamă largă de probleme. Pentru ca subiectivismul evaluărilor să se diminueze iar aprecierile să devină mai exacte, se recomandă, pe lângă predefinirea modului în care se efectuează analizele și criteriilor pe baza cărora se întocmesc, aplicarea unor metode/modele conceptuale care integrează și formule matematice (MERI, FOLCHI, LEOPOLD). Acest model conceptual a fost definit de Pastakia (1998) și constă într-o matrice de evaluare proiectată astfel încât aprecierile subiective să poată fi înregistrate semicantitativ, oferind, astfel, atât o evaluare rapidă cât și o înregistrare ce poate fi reevaluată ori de câte ori apar modificări. Modelul MERI se bazează pe o predefinire standard a celor mai importante criterii de „Evaluare a Impactului de Mediu” (EIM) precum și mijloacelor prin care valorile semicantitative/ cantitative, alocate pentru fiecare dintre aceste criterii, pot fi comparate între ele, astfel încât să rezulte un punctaj care să reflecte cât mai exact nivelul impactului prognozat

Capitolul 11 - Model conceptual geocologic

Monitoringul geocologic (sistemic și natural-economic) include urmărirea modificării sistemelor naturale precum și transformarea acestora din motive natural-tehnice. Părintele „ecologiei peisajului” Carl Troll a definit această noțiune ca o „combinare dintre analiza spațială - orizontală (geografică) și analiza funcțională - verticală (ecologică)”. În acest context, peisajul reprezintă o noțiune intuitivă generică care se referă la percepția umană asupra unui anumit mediu fizic, mai mult sau mai puțin diversificat, reprezentată prin manifestările senzoriale ale organizărilor spațiale ale mediului geografic definit prin elementele și structurile componente naturale și antropice, și analizat individual prin următoarele elemente distinctive:

- structura, influențată de forma fizică și organizarea (scara) spațială a diferitelor sisteme,
- modificările în structură, influențate de dinamica și funcționalitatea diferitelor fluxuri energetice (solar, eolian, chimic, hidraulic), timp, modul de evoluție și funcționare a sistemelor.

Deci, peisajele pot reprezenta entități fizice, ecologice și geografice care integrează seturi de trăsături proprii cu procese naturale sau generate de intervenția umană [după Naveh, 1987]. Astfel, structura peisajului geografic este influențată de două tipuri de factori:

- principali, din care fac parte relieful și clima,

- secundari (derivați), din care fac parte solurile, vegetația, fauna, hidrologia, intervenția umană și după unii autori, incendiile de vegetație (naturale).

Pentru a descrie cât mai exact caracterul peisagistic se pot integra cele trei elemente definitorii pentru mediu: abiotic, biotic și cultural. Elementul abiotic reprezintă nivelul de bază (cadrul sau matricea) ce include „gradientele naturale ale peisajului” precum litologia, topografia, pedologia (solul), hidrografia, clima, elementul biotic reprezintă interacțiunile complexe ce există între floră și faună și matricea de bază în timp ce elementul cultural reprezintă nivelul în care intervine factorul uman (uneori pozitiv, alteori negativ) asupra peisajului. Prin reorganizarea structurii conceptului de Geosistem propusă de Preobrajenski, Rougerie și Beroutchachvili și completarea acesteia cu elementele natural-tehnice specifice, s-a proiectat un nou model conceptual aranjat sub forma unei Pentagrame Geoecologice. Modul de intervenție, alături de cauzele naturale, reprezintă modificările survenite în peisaj. Interacțiunea (interferența) dintre elementele definitorii, la un moment dat, conturează atât fizionomia cât și caracteristicile unităților peisagistice, raportat la activitățile și modificările din mediul geografic. Așadar, ținând cont de complexitatea problematicii sectorului extractiv, evaluarea intersecțiilor dintre acțiunile procesului evaluat (cu un nivel mai redus sau mai ridicat de descompunere) și modificările rezultate (mai mult sau mai puțin detaliate), stabilite urmând principiul sursă-cale-receptor, se poate face cel mai ușor utilizând un model conceptual matriceal și/sau de tip rețea (graf). O succesiune de matrice intersectează informații privind acțiuni elementare și diferitele modificări preconizate parcurgând faze succesive de analiză, din ce în ce mai aprofundate. Pornind de la aceste constatări și analiza opțiunilor existente, metoda de evaluare geoecologică a perimetrelor miniere cu activitatea restructurată, propusă, se regăsește sub forma unei matrice complexă de interacțiune, formată dintr-un ansamblu de matrici simple aranjate coaxial ca o succesiune de secvențe de descompunere pentru 75 de acțiuni natural-tehnice specifice activităților miniere. Procedura introduce aptitudinile și inaptitudinile structurii geoecologice monitorizate și asimilează factorii de impact cu structura peisajului iar impactul cu modificările în structura peisajului armonizându-le cu aptitudinile/inaptitudinile induse. Se ajunge la construcția modelului conceptual geoecologic, cu aplicabilitate în monitorizarea perimetrelor miniere cu activitatea restructurată, în care au fost selectate principalele 75 de acțiuni responsabile de transformări natural-tehnice, grupate corespunzător etapelor de dezvoltare ale unui proiect minier, astfel: acțiuni naturale, prospectare, explorare, construcție, exploatare și închidere. De asemenea, pentru structura peisajului (factori) și pentru modificările în structura peisajului (impact) se propun două liste (seturi) de aptitudini/inaptitudini, ce pot fi ajustate în funcție de tipul sistemului analizat. Metoda propusă este alcătuită dintr-o succesiune de patru secvențe (matrici simple), astfel:

- în prima secvență, sunt trecute acțiunile relevante, pornind de la cele 75 de acțiuni natural-tehnice evidențiind inaptitudinile sau aptitudinile și efectele asupra spațiului geografic,

- în a doua secvență sunt puse în relație structura peisajului, caracteristica diferitelor tipuri de utilizare a teritoriului (spațiului geografic) cu modificările generate de efectele aptitudinilor/inaptitudinilor identificate (modificările în structura peisajului); tot aici, prin reprezentarea rețelelor de interacțiune, de tip Sørensen, se simulează lanțul de evenimente, acțiunile cumulative și sinergice,

- în a treia matrice se realizează diferențierea spațială a peisajelor, punându-se în relație modificările cu sistemele geoecologice perturbate, și se introduce scorul geoecologic,

- în a patra matrice se face diferențierea funcțională a diferitelor sisteme în funcție de restricții (inaptitudini) sau de favorabilitate (aptitudini) în amenajarea spațiului geografic, precum și evidențierea indicatorilor geoecologici recomandați ori activităților necesare pentru fundamentarea programului de monitorizare.

Matricea complexă geoecologică poate fi extinsă și cu alte secvențe, considerate importante de evaluator, care să transpună într-un singur ghid traseul logic al conceptualizării. O altă noutate a modelului conceptual propus constă în introducerea referințelor PCM privind

structura peisajului (acțiunile) respectiv modificările survenite în peisaj (asimilat factorilor de impact) în corelație cu componentele activităților miniere (natural-tehnice).

Capitolul 12 - Contribuții originale științifice

Contribuțiile teoretice și aplicative în domeniul studiat constau în:

- abordarea problematicii geoeologice în minerit ca o direcție nouă de cercetare și de lucru într-un cadru de bază optim din punct de vedere industrial (economic), de gestionare a riscurilor de mediu și a resurselor naturale,
- analiza cadrului normativ și a celor mai bune tehnici disponibile,
- analiza modificărilor sistemelor naturale și transformării acestora din cauze natural-tehnice, într-un perimetru minier restructurat,
- propunerea utilizării noțiunilor de aptitudine respectiv inaptitudine pentru studiile geoeologice miniere având în vedere caracterul limitat în timp al activităților extractive precum și atingerea unui nou echilibru geoeologic după încetarea acestora,
- adaptarea modelului PCM, care conceptualizează arealele sub forma unor mozaicuri, la domeniul geoeologic minier,
- pentru prima dată s-au proiectat un model conceptual schematic, diagramatic și grafic precum și o metodă de analiză geoeologică sub forma unei matrice complexe (coaxială) cu aplicabilitate la evaluarea perimetrelor miniere cu activitate restructurată,
- s-au proiectat tabele de corelație pentru evaluarea stării geoeologice a sistemelor,
- pentru prima dată s-a introdus în interiorul unei matrice complexe o secvență Sørensen care permite evidențierea acțiunilor caracteristice diverselor tipuri de abilități/inabilități identificând modificările primare asupra structurii peisajului, în timp ce prin grafuri rețelele permit conjucția cu modificările secundare, evidențiind relațiile dintre acestea și acțiunile elementare inclusiv măsurile necesare pentru monitorizare;
- selectarea și integrarea unor indicatori/indici specifici aplicabili geoeologiei miniere,
- propunerea tehnicilor complementare de inginerie ecologică, cum ar fi: îmbunătățirea, mitigarea, crearea sau biomanipularea, ca opțiuni de lucru pentru închiderea minelor cu activitatea restructurată, în completare la reabilitare și refacere, aplicate în prezent,
- definirea și introducerea conceptului de naturalizare, ca atingerea unui nou echilibru geoeologic, natural, evolutiv prin acceptarea noii dimensiuni geografice și ecologice, redefinirea avantajelor și dezavantajelor sociale, economice și peisagistice determinate de mediul cel nou,
- deschiderea unor direcții viitoare de cercetare geoeologică, ca Geoeologie extractivă, prin aplicarea modelului propus pentru alte ramuri ale industriei extractive (petrol, gaze),
- propunerea aplicării principiilor geoeologice în activitatea industrială, acolo unde influențele toxicologice (bioecologice) pot fi gestionate în mod adecvat, pentru a demonstra efectul real, benefic, rezultat ca urmare a bunei funcționări a industriei de profil și nu unul distorsionat.